

## การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ต่อมนโหนดเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาณุ บุตรวิเศษ\* หนูกร ปฐมพรพร และชาติชาย ม่วงปฐม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เมือง อุดรธานี 41000

\*E-mail: panuaomatom@gmail.com

รับบทความ: 27 มิถุนายน 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 10 ตุลาคม 2558

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) แบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วงจรละ 3 แผน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนนาดีพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดหนองคาย จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี จำนวน 9 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกหลังการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ ไปงาน/ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติ และ 3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการวิจัย คือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมี วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา พบว่า 1) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การมุ่งปรากฏการณ์และตั้งคำถามสำคัญ (2) การสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (3) การตรวจสอบเชิงประจักษ์ (4) การประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น (5) การแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์จากสื่อสถานการณ์จำลองและสื่อแอนิเมชัน (6) การประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง (7) ประเมินและลงมติแบบจำลองของกลุ่ม (8) ลงมติแบบจำลองของชั้นเรียน และ (9) การใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย 2) นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมี ก่อนเรียนเฉลี่ย 27.45 คะแนน (ร้อยละ 45.76) หลังเรียนเฉลี่ย 49.77 คะแนน (ร้อยละ 82.95) ซึ่งมีนักเรียนที่มีคะแนนมโนทัศน์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 95.45 และมีคะแนนมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

**คำสำคัญ:** มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

## **The Development of Model–Centered Instruction Sequence Learning Management on Chemical Bond Concepts of Matthayomsuksa 4 Students**

**Panu Bootvisate<sup>\*</sup>, Nookorn Pathommapas and Chatchai Muangpatom**

Udon Thani Rajabhat University, Muang, Udon Thani 41000, Thailand

<sup>\*</sup>E-mail: panuaomatom@gmail.com

### **Abstract**

The research purposes of the development of model-centered instruction sequence (MCIS) learning management on chemical bond concepts and achievements of Matthayomsuksa 4 students were 1) to develop learning management based on MCIS, and 2) compare students' chemical bond concepts before and after using the developed MCIS. The study was conducted based on Kemmis and McTaggart's action research (1998). It consisted of 3 experimental cycles which each cycle consisted of 3 learning plans. The first experimental cycle started from the first lesson to the third one, the second experimental cycle started from the forth lesson to the sixth one, and the third experimental cycle started from the seventh lesson to the ninth one. The research samples were 22 Grade-10 students who were studying in second semester of academic year 2014, Nadeepittayakom School, Phaorai, Nong Khai. The research instruments were 3 parts, i.e., experimental instruments, reflection instruments, and evaluation instruments. Experimental instruments were 9 lesson plans based on MCIS, 3 plans for one experimental cycle. Reflection instruments were teacher journals, classroom observation forms, student tasks, interview forms and cycle progress tests. After the 3 experimental cycles were completed, the conceptual and achievement tests were used to evaluate the study. The quantitative data were analyzed by means and percentage. In addition, content analysis was used for qualitative data. The results found that: 1) The development of MCIS learning management in chemical bond composed of 9 steps, (1) Setting qualified questions from phenomena, (2) Drafting model, (3) Empirical inquiry, (4) Evaluating and modifying the model, (5) Introducing scientific concepts relevant to the phenomena, (6) Reevaluating and modifying the model, (7) Pere assessment, (8) Consensus decision making in the model, and (9) Using mode to address and predict of phenomena; 2) the students' concepts mean scores in chemical bond before and after using the developed MCIS were 27.45 (45.76%) and 49.77 (82.95%),

respectively. The percentage of students who gained the posttest higher than 70 percent of a criterion was 95.45. The posttest mean scores was higher than the pretest mean scores.

**Keywords:** Chemical bond concepts, Model-centered instruction sequence (MCIS) learning management, Action research

## บทนำ

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญยิ่งในสังคมโลก จะเห็นได้จากเครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลที่เกิดมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ การพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีจุดเริ่มต้นตั้งแต่การจัดการเรียนรู่วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา ลักษณะการจัดการเรียนรู้ต้องจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจที่ถูกต้อง และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายซึ่งผู้เรียนได้เรียนรู้ให้เกิดเป็นความรู้แบบองค์รวม (IPST, 2003) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (OBEC, 2008)

การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้เปลี่ยนจากกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ความจำ เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนเรียนรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติหรือแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง มีการสะท้อนผลของการปฏิบัติหรือแก้ไขปัญหาในกลุ่มหรือชั้นเรียน เพื่อทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม มี

การปรับเปลี่ยนมโนคติในเรื่องที่เรียนให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างคงทน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากประสบการณ์หรือการลงมือปฏิบัติการและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มิใช่เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเดียว ยังมีการอภิปรายถกเถียงแลกเปลี่ยนกับผู้เรียนมาก การเรียนรู้อย่างเกิดขึ้นได้มาก (Panhome, 2008)

การเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) จำเป็นต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความรู้ต่าง ๆ คำถามที่เหมาะสม นำผู้เรียนไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ได้ (Khammanee, 2012) แต่จากการศึกษาพบว่า มีปัญหาหลายประการที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เนื่องมาจากนักเรียนขาดความเข้าใจมโนคติในเรื่องที่เรียน หรือมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เป็นผลให้กระบวนการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ได้ยาก (Pathumkaiya, 2001)

จากการศึกษาแนวโน้ม PISA ปี พ.ศ. 2009 – 2012 พบว่า ผลการประเมินของนักเรียนไทยสูงขึ้น ทั้งในด้านคณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามผลการประเมินของนักเรียนไทยยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ทุกวิชา ซึ่งชี้ให้เห็นว่า คุณภาพการศึกษาของไทยยังห่างไกลจากความเป็นเลิศ (IPST, 2012) และข้อมูลจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยพัฒนาโมเดลเปรียบเทียบกับวิธีปกติ พบว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยพัฒนาโมเดลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญสูงกว่านักเรียนที่เรียนที่เรียนรู้แบบปกติ ( $p < .05$ ) (Chobchuen, 2001) นอกจากนี้ยังพบว่า การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจหรือโมเดลในเนื้อหาสาระ วิธีการ การให้เหตุผล และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ (Schwarz et al., 2009)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนโดยใช้ model-centered instruction sequence (MCIS) เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากเรียนรู้ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ตามประเพณีนิยม ทำให้ผู้เรียนขาดส่วนร่วมการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และอภิปรายเพื่อสร้างความรู้ที่ชัดเจน (Schwarz et al. 2009; Windschittl et al., 2008) MCIS พัฒนามาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (constructivism) (Johnson-Laird, 1983; Hestenes, 2006; Wang, 2007) และรายงานการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วย MCIS และวิธีจัดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า มีผลทำให้นักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีโมเดลที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น (Abraham and Renner, 1986; Baek et al., 2011; Halloun, 1998; Keawpradit, 1997; OBEC, 2008)

จากการศึกษาแนวคิด สภาพปัญหา และงานวิจัยข้างต้น ทำให้ผู้วิจัย มีความสนใจในการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพื่อพัฒนาโมเดลเรื่อง พันธะเคมีด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นแนวทางช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจโมเดลในวิชาเคมีได้

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เปรียบเทียบโมเดลเกี่ยวกับพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ต่อโมเดล เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนนาดีพิทยาคม สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จังหวัดหนองคาย ที่เรียนวิชา ว31221 เคมี 1 เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 22 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ในวิชา ว31221 เคมี 1 เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 แผน ๑ ละ 3 ชั่วโมง รวมจำนวน 21 ชั่วโมง มีค่าแบบประเมินวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน เท่ากับ 5.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ ไปงาน/

ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบวัดมโนคติท่ายวงจรปฏิบัติการ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่องพันธะเคมี มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45–0.65 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.70–1.00 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ทั้งฉบับเท่ากับ 0.941

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดลองตามกำหนดการในปฏิทินทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ การผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS เสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น วงจรปฏิบัติการละ 3 แผนการจัดกิจกรรม

2. สังเกตกระบวนการเรียนจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และสัมภาษณ์นักเรียนตามแบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นทุกระยะตลอดการศึกษา โดยตรวจสอบข้อมูลที่เก็บรวบรวมด้วยเทคนิคการตรวจสอบแบบสามเส้า (triangulation technique) (Jantawanich, 1999)

3. ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการด้วยแบบวัดมโนคติเรื่องพันธะเคมี หลังเสร็จสิ้นการทดลองทุกวงจรปฏิบัติการ

4. นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การสัมภาษณ์ และการทดสอบ มาวิเคราะห์ร่วมกับ ผู้ช่วยวิจัย ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการต่อไป

5. เมื่อดำเนินการศึกษาครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วให้ผู้เรียนทำแบบวัดมโนคติ เรื่องพันธะเคมี เพื่อประเมินผลการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดมโนคติเรื่อง พันธะเคมี วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนตามเกณฑ์ที่ปรับมาจากงานวิจัยของ Westbrook and Marek (1991) ดังนี้

CU เมื่อตอบถูกทั้งตัวเลือกและเขียนแสดงเหตุผลถูกต้อง

PU เมื่อตอบตัวเลือกหรือเหตุผลถูกต้องตัวใดตัวหนึ่งหรือไม่เขียนเหตุผล

PS เมื่อตอบตัวเลือกหรือเหตุผลถูกต้องตัวใดตัวหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งผิด

AC เมื่อทั้งตอบตัวเลือกหรือเหตุผล

NU เมื่อ ตัวเลือกไม่ถูก ไม่เขียนเหตุผล

ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน ข้อมูลอื่น ๆ จากใบงานใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ซึ่งใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) นำมาสะท้อนผลการปฏิบัติและตรวจสอบข้อมูลตามรูปแบบการตรวจสอบข้อมูลสามเส้า (data triangulation) เพื่อประเมินสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นว่า มีผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร ดีแล้วหรือเหมาะสมเพียงใด มีปัญหาหรืออุปสรรคเกิดขึ้นหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาหาวิธีการแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้นต่อไป

## ผลการวิจัย

**การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

**วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พันธะโลหะ**

จากการผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะโลหะ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ทำให้ผู้วิจัยพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นปรากฏการณ์หลักและคำถามสำคัญ ครูกระตุ้นความสนใจโดยการแสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้โดยใช้การสาธิต จำลองสถานการณ์ และตั้งคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้น นักเรียนแต่ละคนคาดคะเนแบบจำลอง ตามความเข้าใจเบื้องต้นของตนเองโดยการวาดภาพ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ สำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ แลกเปลี่ยนแบบจำลองที่แสดงถึงการตั้งสมมติฐานของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม และพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างของแบบจำลองของตนเองและของเพื่อน จากนั้นปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม เพื่อประเมินและหาข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันประเมินแบบจำลองของเพื่อนในกลุ่มด้วยแบบประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แล้วปรับปรุงแบบจำลองของกลุ่มตามข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์และตอบคำถามท้ายกิจกรรมรายกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้นแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง สืบค้นด้วยสื่อ ซึ่ง

เป็นการสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาที่ไม่ชัดเจนจากการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ โดยใช้สื่อแอนิเมชันเป็นหลักและครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแนะนำในการสืบค้นหรืออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดต่าง ๆ หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือประเด็นคำถามเพิ่มเติม

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนนำเสนอความคิดสำคัญที่ได้จากการศึกษาสื่อแอนิเมชันมาประเมิน โดยแบบประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของตนเองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเบื้องต้นที่สร้างขึ้น จากนั้นปรับปรุงแบบจำลองของตนเองโดยใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนเตรียมไว้

ขั้นที่ 7 ขั้นประเมินโดยเพื่อน นักเรียนภายในกลุ่มนำเสนอแบบจำลองเป็นรายบุคคลโดยให้เพื่อนในกลุ่มเป็นผู้ร่วมอภิปรายและประเมินด้วยแบบประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และร่วมกันสะท้อนผลของแบบจำลองภายหลังการประเมิน เพื่อให้ทราบผลการประเมินแบบจำลองรายบุคคล

ขั้นที่ 8 ขั้นลงมติแบบจำลองที่สร้าง ภายในกลุ่มคัดเลือกตัวแทนออกมานำเสนอแบบจำลองหน้าชั้นเรียน กลุ่มละประมาณ 2 นาที พร้อมทั้งให้สมาชิกในชั้นเรียนระบุ จุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุง และอภิปราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบจำลองและเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม เพื่อนำมาพิจารณาเพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นมิตรร่วมกันของชั้นเรียน

ขั้นที่ 9 ขั้นใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในงานเรื่อง การใช้แบบจำลอง เพื่อทำนาย หรืออธิบายสมบัติของโลหะ แล้วใช้แบบจำลองที่เป็นมิตรเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ในปรากฏการณ์ที่สอดคล้อง

## คล้อยกันในงาน

เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติการตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้วัดมโนคติเรื่อง พันธะโลหะ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ด้วยแบบวัดมโนคติแบบเลือกตอบ 2 ชั้น จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การผ่าน คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จากตาราง 1 พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 68.18 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด และนักเรียนมีคะแนน

## มโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณามโนคติเรื่อง พันธะโลหะ ก่อนเรียนรายชื่อ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจไม่สมบูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 18.18 – 72.73) รองลงมาคือ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 27.27 – 45.45) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ร้อยละ 0.00 – 54.55) และความเข้าใจที่สมบูรณ์ (ร้อยละ 0.00 – 4.55) ตามลำดับ และมโนคติเรื่อง พันธะโลหะ หลังเรียนรายชื่อ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS มีเข้าใจที่สมบูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ

ตาราง 1 ผลการวัดมโนคติเรื่อง พันธะโลหะ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1

ผลมโนคติ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนมโนคติ			นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70	
					$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ก่อนเรียน	22	18	12	3	6.95	2.52	38.64	0	0.00
หลังเรียน	22	18	18	8	13.91	3.16	77.27	15	68.18

ตาราง 2 ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะโลหะ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน

มโนคติ	การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS									
	ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะโลหะ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ก่อนเรียน (n=22)					ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะโลหะ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังเรียน (n=22)				
	CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
ข้อ 1	0 (0.00)	4 (18.18)	6 (27.27)	12 (54.55)	0 (0.00)	10 (45.45)	9 (40.91)	3 (13.64)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 2	0 (0.00)	5 (22.73)	8 (36.36)	9 (40.91)	0 (0.00)	12 (54.55)	6 (27.27)	3 (13.64)	1 (4.55)	0 (0.00)
ข้อ 3	0 (0.00)	16 (72.73)	6 (27.27)	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (31.82)	12 (54.55)	3 (13.64)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 4	0 (0.00)	6 (27.27)	10 (45.45)	6 (27.27)	0 (0.00)	7 (31.82)	10 (45.45)	2 (9.09)	3 (13.64)	0 (0.00)
ข้อ 5	1 (4.55)	9 (40.91)	6 (27.27)	6 (27.27)	0 (0.00)	13 (59.09)	7 (31.82)	2 (9.09)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 6	0 (0.00)	14 (63.64)	6 (27.27)	2 (9.09)	0 (0.00)	15 (68.18)	6 (27.27)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
โดยรวม	1 (4.55)	9 (40.91)	7 (31.82)	5 (22.73)	0 (0.00)	11 (50.00)	8 (36.36)	2 (9.09)	1 (4.55)	0 (0.00)

31.82 – 68.18) รองลงมาคือความเข้าใจไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ 27.27 – 54.55) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 4.55 – 13.64) และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (0.00 – 13.64) ตามลำดับ

นำข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้มาตรวจสอบเพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรที่ 1 ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ต่อไปดังนี้

### **ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 1**

จากความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้ ผู้วิจัยมีความกังวลกับเวลาสอนมากเกินไป นักเรียนบางคนที่ได้รับเลือกเข้าอยู่กลุ่มไม่ได้เป็นตามสมัครใจ จึงขาดความสนทนและความไว้วางใจต่อกัน นักเรียนที่เรียนปานกลางและนักเรียนที่เรียนอ่อนขาดความมั่นใจในการปฏิบัติการ นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สนใจ เล่นหยอกล้อ ค่อนข้างไม่มีสมาธิอยู่กับที่ไม่ได้นาน และเอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มากเกินไป มีผลทำให้การดำเนินกิจกรรมล่าช้า

### **การสัมภาษณ์นักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1**

นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนรู้สึกชอบที่ได้ปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะมีกิจกรรมเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน และมีการปฏิบัติการกิจกรรมกลุ่ม และได้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายภายในกลุ่มซึ่งปกติไม่ค่อยได้ทำกิจกรรมในลักษณะนี้บ่อยนัก เพราะครูเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองเวลา การที่นักเรียนทำกิจกรรมไม่เสร็จตามเวลา เนื่องจากที่นักเรียนไม่มีทักษะและประสบการณ์ในการทำกิจกรรมที่ดีพอ คำถามท้ายกิจกรรมการเรียนรู้มากเกินไป นักเรียนบางส่วนพูดคุยเรื่องนอกกิจกรรม

### **ข้อมูลจากเอกสารใบงาน/ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1**

จากความคิดเห็นของนักเรียนข้อมูลจากการสัมภาษณ์และเอกสาร/ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนรู้สึกชอบที่ได้ปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนหนึ่งขอเลือกสมาชิกในกลุ่มเองเพื่อที่จะทำงานร่วมกันได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนมีความเห็นว่าควรให้เวลาเขาได้คิดและได้เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ก่อนล่วงหน้าเพื่อจะได้ง่ายต่อการสร้างแบบจำลอง นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมได้ในระดับปานกลาง คือ ยังมีความเชื่องช้า ทั้งยังขาดทักษะและความชำนาญในการลงมือปฏิบัติ และนักเรียนไม่สามารถค้นหาสื่อชนิดสถานการณ์จำลองเรื่องพันธะโลหะได้ ส่วนใหญ่จึงแก้ปัญหาโดยการสืบค้นข้อมูล และศึกษาจากสื่อชนิดแอนิเมชันแทน

### **ความคิดเห็นของผู้วิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 1**

จากความคิดเห็นของผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นและสนใจในการทำกิจกรรม แต่ยังขาดทักษะและความชำนาญในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชั้นเรียนไม่เพียงพอ ทำให้ขาดความสร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนศึกษาสื่อแอนิเมชันแล้วเกิดความไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน การตั้งสมมติฐาน การระบุผล สรุปผลการทดลอง และการอภิปรายผลการทดลองยังไม่ถูกต้องทุกกลุ่มยังเขียนอธิบายความได้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ นักเรียนที่เป็นสมาชิกภายในกลุ่มบางกลุ่มยังขาดความสามัคคี เนื่องจากไม่ได้เลือก



กลุ่มตามความสนใจ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มาก และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินและปรับปรุงแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นรายบุคคล นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถสร้างและปรับปรุงแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ทันเวลา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ขั้นที่ 5 ขั้นแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง นักเรียนไม่สามารถค้นหาสื่อที่เป็นสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ ขั้นที่ 7 และ 8 ต้องปรับเปลี่ยนในสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 และขั้นที่ 6

### วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง พันธะไอออนิก

จากการผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ทำให้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ

MCIS ตามที่ได้ปรับจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ยังคงดำเนินกิจกรรมตาม 9 ขั้นตอน แต่มีการใช้คำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ปรับปรุงแบบจำลองในขั้นที่ 6 และขั้นที่ 8 ของตนเองโดยใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนเตรียมไว้ ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบจำลอง

เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติการตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้วัดมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 ด้วยแบบวัดมโนคติแบบเลือกตอบสองชั้น จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การผ่าน คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จากตาราง 3 พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 20 คน (ร้อยละ 90.91) ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีคะแนนมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตาราง 3 ผลการวัดมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ทำวงจรปฏิบัติการที่ 2

ผลมโนคติ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนมโนคติ			นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70	
					$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ก่อนเรียน	22	18	12	3	9.68	1.91	53.79		0
หลังเรียน	22	18	18	9	14.91	2.41	82.83		20

เมื่อพิจารณาณมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ก่อนเรียนรายข้อ (ตาราง 4) พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 22.73 – 59.09) รองลงมาคือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 9.09 – 50.00) นักเรียนที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (ร้อยละ 0.00 – 27.27) และนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ร้อยละ 0.00 – 31.82) ตามลำดับ และมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก

หลังเรียนโดยรายข้อ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS มีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 40.91 – 81.82) รองลงมาคือความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ 13.64 – 50.00) นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 0.00 – 9.09) และนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ร้อยละ 0.00 – 4.55) ตามลำดับ

**ตาราง 4** ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ทำยวจนรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน

มโนคติ	การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS									
	ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ทำยวจนรปฏิบัติการที่ 2 ก่อนเรียน (n=22)					ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะไอออนิก ทำยวจนรปฏิบัติการที่ 2 หลังเรียน (n=22)				
	CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
ข้อ 1	5 (22.73)	12 (54.55)	4 (18.18)	1 (4.55)	0 (0.00)	13 (59.09)	9 (40.91)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 2	5 (22.73)	13 (59.09)	2 (9.09)	2 (9.09)	0 (0.00)	10 (45.45)	9 (40.91)	2 (9.09)	1 (4.55)	0 (0.00)
ข้อ 3	4 (18.18)	11 (50.00)	6 (27.27)	1 (4.55)	0 (0.00)	11 (50.00)	11 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 4	6 (27.27)	8 (36.36)	8 (36.36)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (81.82)	3 (13.64)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 5	0 (0.00)	5 (22.73)	11 (50.00)	6 (27.27)	0 (0.00)	9 (40.91)	10 (45.45)	2 (9.09)	1 (4.55)	0 (0.00)
ข้อ 6	0 (0.00)	9 (40.91)	6 (27.27)	7 (31.82)	0 (0.00)	12 (54.55)	10 (45.45)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
โดยรวม	3 (13.64)	10 (45.45)	6 (27.27)	3 (13.64)	0 (0.00)	12 (54.55)	8 (36.36)	1 (4.55)	1 (4.55)	0 (0.00)

### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ดังนี้ ผู้วิจัยมีความมั่นใจมากขึ้น พุดด้วยถ้อยคำที่ชัดเจน การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่น นักเรียนภายในกลุ่มเกิดความสัมพันธ์และความไว้วางใจต่อเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น ผู้วิจัยแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติมในเวลาว่างทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่นำมาใช้แก้ปัญหาในการทำกิจกรรมได้มากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ อย่าง

ชำนาญ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสืบค้น ส่วนมากนักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือในการค้นหาข้อมูล ทำให้เกิดข้อจำกัดในการสืบค้นข้อมูล

### การสัมภาษณ์นักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนรู้สึกชอบที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 4 – 6 เพราะจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนเกิดความรู้และทักษะในการทำกิจกรรมตามเอกสารใบงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนในกลุ่มมีความสนิทสนมและความร่วมมือกันมากขึ้น แต่บางกิจกรรมซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใหม่สำหรับนักเรียนจะใช้เวลาค่อนข้างมาก เช่น การ

สร้างแบบจำลองพลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก เพราะนักเรียนเลือกวิธีการเขียนสมการและวาดภาพประกอบ การนำเสนองานนั้นนักเรียนส่วนมากยังอยากให้นักเรียนที่เรียนเก่งออกไปนำเสนอมากกว่าการสุ่มจากครู

### ข้อมูลจากเอกสารใบงานใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2

จากความคิดเห็นของนักเรียนข้อมูลจากการสัมภาษณ์และเอกสารใบงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ดังนี้ นักเรียนเกิดความรู้ และทักษะในการทำกิจกรรมตามเอกสารใบงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนในกลุ่มมีความสนิทสนมและความร่วมมือกันมากขึ้น การนำเสนองานนั้นนักเรียนส่วนมากยังอยากให้นักเรียนที่เรียนเก่งออกไปนำเสนอมากกว่าการสุ่มจากครู ในส่วนของการเขียนแสดงแบบจำลองการเกิดสารประกอบไอออนิก ที่ต้องแสดงสมการการเกิดปฏิกิริยาขั้นต่าง ๆ ในการเกิดสารประกอบไอออนิก นักเรียนยังไม่เข้าใจดีพอ ส่วนใหญ่จึงต้องใช้เวลาทบทวนทำความเข้าใจหลักการและทฤษฎี จึงใช้เวลาในการเรียนรู้ค่อนข้างมาก

### ความคิดเห็นของผู้วิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากความคิดเห็นของผู้วิจัย สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ดังนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นและสนใจในการทำกิจกรรมและมีทักษะความชำนาญในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการเตรียมความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ที่คาดว่าจะสามารถนำมาสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ล่วงหน้า นักเรียนมีความรักและสามัคคีกันภายในกลุ่ม ช่วยเหลือกันทำกิจกรรม

ตามใบงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี นักเรียนกลุ่มที่เรียนอ่อนมีความตระหนักและสนใจการเรียนรู้มากขึ้น และนักเรียนที่เรียนเก่งมีความเอื้อเฟื้อเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น นักเรียนกลุ่มเรียนปานกลางมีความมั่นใจในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ขาดหลักการ ข้อเท็จจริง และทฤษฎี ในการใช้เหตุผล และนักเรียนบางกลุ่มพูดรายงานเร็วจนเพื่อนในชั้นฟังไม่ทันเพราะท่องเนื้อหาตามรายงาน

### วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

จากการผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี วงจรปฏิบัติการที่ 1 – 2 ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ ทำให้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 9 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ที่ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ โดยยังคงมีการเน้นการใช้คำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ปรับปรุงแบบจำลองในขั้นที่ 6 และขั้นที่ 8 ของตนเองโดยใช้อุปกรณ์ที่นักเรียนเตรียมไว้ ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบจำลอง

เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติการตามวงจรปฏิบัติการที่ 3 แล้ว ผู้วิจัยได้วัดมโนคติ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้วยแบบวัดมโนคติแบบเลือกตอบสองชั้น จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การผ่าน คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS มีคะแนนมโนคติเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ก่อนเรียน เฉลี่ย 8.00 (ร้อยละ 44.44) โดยไม่มีนักเรียนคนใดผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และมีคะแนนมโนคติเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ หลังเรียน เฉลี่ย 15.64 (ร้อยละ 86.87) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 21

คน คิดเป็นร้อยละ 95.45 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีคะแนนโมเมนต์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณาโมเมนต์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ (ตาราง 6) ก่อนเรียนรายข้อ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 13.64 – 59.09) รองลงมาคือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 31.82 – 40.91) นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ร้อยละ 0.00 – 36.36) และ

นักเรียนที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (ร้อยละ 0.00 – 27.27) ตามลำดับ และโมเมนต์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์หลังเรียนโดยรายข้อ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS มีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 54.55 – 72.73) รองลงมาคือความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ 22.73 – 45.45) นักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ร้อยละ 0.00 – 9.09) และนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ 0.00 – 4.55) ตามลำดับ

**ตาราง 5** ผลการวัดโมเมนต์เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

ผลมโนมติ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนโมเมนต์			นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70	
					$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ก่อนเรียน	22	18	11	5	8.00	1.45	44.44		0
หลังเรียน	22	18	18	10	15.64	2.11	86.87		21

**ตาราง 6** ความถี่ร้อยละของมโนมติเรื่อง พันธะไอออนิก ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน

มโนมติ	การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS									
	ความถี่ร้อยละของมโนมติเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 ก่อนเรียน (n=22)					ความถี่ร้อยละของมโนมติเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังเรียน (n=22)				
	CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
ข้อ 1	0 (0.00)	12 (54.55)	9 (40.91)	1 (4.55)	0 (0.00)	12 (54.55)	10 (45.45)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 2	1 (4.55)	8 (36.36)	8 (36.36)	5 (22.73)	0 (0.00)	13 (59.09)	6 (27.27)	1 (4.55)	2 (9.09)	0 (0.00)
ข้อ 3	1 (4.55)	13 (59.09)	7 (31.82)	1 (4.55)	0 (0.00)	15 (68.18)	7 (31.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 4	6 (27.27)	7 (31.82)	9 (40.91)	0 (0.00)	0 (0.00)	16 (72.73)	5 (22.73)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 5	0 (0.00)	3 (13.64)	12 (54.55)	7 (31.82)	0 (0.00)	15 (68.18)	7 (31.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 6	0 (0.00)	7 (31.82)	7 (31.82)	8 (36.36)	0 (0.00)	15 (68.18)	7 (31.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
โดยรวม	1 (4.55)	8 (36.36)	9 (40.91)	4 (18.18)	0 (0.00)	14 (63.64)	7 (31.82)	0.66 (3.00)	0.33 (1.52)	0 (0.00)

### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ดังนี้ ผู้วิจัยมีเทคนิคทำให้นักเรียนเข้าใจและเข้าใจหลักการ ขั้นตอน และวิธีหาคำตอบจากสถานการณ์ได้ดี นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนอย่างถูกต้อง แสดงถึงความเข้าใจสามารถสรุปเนื้อหาสาระหรือข้อความที่ยากได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีวินัยในตนเอง เห็นคุณค่าของตนเอง กล้าคิด กล้าแสดงออก ให้ความร่วมมือทำกิจกรรม และตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้รวดเร็วทันเวลา นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมทุกขั้นตอนได้อย่างชำนาญและรวดเร็ว การนำเสนองานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนมีพัฒนาการในทางที่ดีขึ้น นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีในการอธิบายภายในกลุ่มขณะทำกิจกรรมที่ถูกต้องมากขึ้น และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถทำได้ดีทั้งแบบจำลองที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ภาพวาด หรือการอธิบายโมเดลแสดงถึงความเข้าใจในการเรียน

### การสัมภาษณ์นักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนรู้สึกชอบที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 7 – 9 เพราะจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนเกิดความรู้ และทักษะในการทำกิจกรรมตามเอกสารใบงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนในกลุ่มมีความสนิทสนมและความร่วมมือกันมากขึ้น แม้ในบางกิจกรรมซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใหม่สำหรับนักเรียน เช่น การสร้างแบบจำลองโครงสร้างลิวิธของสารประกอบโคเวเลนต์ แต่นักเรียนก็สามารถปฏิบัติการสืบค้นข้อมูลและ

กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ใหม่ได้อย่างเข้าใจจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้เป็นการช่วยเหลือกันเรียนรู้นอกจากการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

### ข้อมูลจากเอกสารใบงาน/ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3

จากความคิดเห็นของนักเรียนข้อมูลจากเอกสารใบงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ดังนี้ นักเรียนในชั้นเรียนมีความสนใจ และชอบการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS เพราะได้ฝึกปฏิบัติ เสริมสร้างทักษะการทำงาน และได้รับความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการอ้างหลักฐานข้อมูลที่มาของความรู้ที่นำมาอภิปราย นักเรียนสามารถกิจกรรมได้อย่างรวดเร็ว และทำความเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ใหม่จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี และนักเรียนมีทักษะและความชำนาญในการลงมือปฏิบัติ และการตอบคำถามท้ายกิจกรรมการเรียนรู้มีความถูกต้องครบถ้วน

### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากความคิดเห็นของผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นค้นพบที่สำคัญจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ดังนี้ นักเรียนในชั้นเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการทำกิจกรรมและมีทักษะและความชำนาญในการทำกิจกรรม บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศของการเรียนรู้ที่ช่วยเหลือกันเรียนรู้นอกจากการแข่งขัน การแลกเปลี่ยนความรู้ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มดำเนินไปได้ด้วยดี นักเรียนอธิบายภายในกลุ่มอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผล สมาชิกในกลุ่มยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม และ

ร่วมกันทำงานจนประสบผลสำเร็จ นักเรียนนำเสนอ  
งานหน้าชั้นเรียนได้กระชับ อธิบายข้อความรู้ต่าง ๆ  
ได้อย่างชัดเจนถูกต้อง และการสร้างแบบจำลอง  
ทางวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนามโนคติของนักเรียน  
ให้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้และพัฒนา  
องค์ความรู้ได้ดีขึ้น

### มโนคติเรื่อง พันธะเคมี

เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการวิจัยครบ 3 วงจร  
ปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยทดสอบเพื่อวัดมโนคติเรื่อง  
พันธะเคมี ของนักเรียน ด้วยแบบวัดมโนคติ เรื่อง  
พันธะเคมี ด้วยแบบทดสอบแบบสองชั้น จำนวน  
20 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน และกำหนดเกณฑ์

การผ่าน คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ  
70 จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการ  
จัดการเรียนรู้แบบ MCIS มีคะแนนมโนคติเรื่อง  
พันธะเคมี ก่อนเรียน เฉลี่ย 27.45 (ร้อยละ 45.76)  
โดยมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 1 คน  
คิดเป็นร้อยละ 4.55 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด  
และมีคะแนนมโนคติเรื่อง พันธะเคมี หลังเรียน  
เฉลี่ย 49.77 (ร้อยละ 82.95) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่  
กำหนด โดยมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จา  
นวน 21 คน (ร้อยละ 95.45) และนักเรียนมีคะแนน  
มโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

**ตาราง 7** ผลการวัดมโนคติ เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาดีพิทยาคม  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ผลมโนคติ	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด	คะแนนมโนคติ			นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70	
					$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ก่อนเรียน	22	60	43	16	27.45	6.95	45.76		1
หลังเรียน	22	60	56	38	49.77	3.84	82.95		21

เมื่อพิจารณามโนคติเรื่อง พันธะเคมี (ตาราง  
8) ก่อนเรียนรายข้อ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจ  
ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 4.55 –  
63.64) รองลงมาคือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ร้อยละ  
0.00 – 50.00 ) ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ  
9.09 – 81.82) ความเข้าใจสมบูรณ์ (ร้อยละ 4.55  
– 36.36) ตามลำดับ และมโนคติเรื่อง พันธะเคมี  
หลังเรียนโดยรวม พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย  
การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS มีความเข้าใจที่สม  
บูรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 40.91 – 68.18) รองลงมา  
คือความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ 31.82 – 54.55)  
และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (ร้อยละ  
0.00 – 18.18) ตามลำดับ

### อภิปรายผลการวิจัย

#### การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ต่อมนโนคติเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ  
ร่วมกับพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ต่อมน  
โนคติเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และ  
นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
โดยร่วมกันวางแผนจัดกิจกรรม วิเคราะห์สภาพ  
ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล และสะท้อนผลการปฏิบัติ  
เพื่อแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง ทำให้ได้กิจกรรม  
การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนสนใจ

**ตาราง 8** ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน

มโนคติ	การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS									
	ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ก่อนเรียน (n=22)					ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะเคมี หลังเรียน (n=22)				
	CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
ข้อ 1	3 (13.63)	3 (13.64)	7 (31.82)	9 (40.91)	0 (0.00)	13 (59.09)	9 (40.91)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 2	2 (9.09)	11 (50.00)	5 (22.73)	4 (18.18)	0 (0.00)	10 (45.45)	8 (36.36)	4 (18.18)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 3	2 (9.09)	4 (18.18)	6 (27.27)	10 (45.45)	0 (0.00)	11 (50.00)	8 (36.36)	3 (13.64)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 4	3 (13.64)	4 (18.18)	4 (18.18)	11 (50.00)	0 (0.00)	11 (50.00)	11 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 5	1 (4.55)	5 (22.73)	12 (54.55)	4 (18.18)	0 (0.00)	12 (54.55)	8 (36.36)	2 (9.09)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 6	1 (4.55)	7 (31.82)	9 (40.91)	5 (22.73)	0 (0.00)	10 (45.45)	9 (40.91)	3 (13.64)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 7	2 (9.09)	5 (22.73)	14 (63.64)	1 (4.55)	0 (0.00)	10 (45.45)	11 (50.00)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 8	1 (4.55)	8 (36.36)	6 (27.27)	7 (31.82)	0 (0.00)	12 (54.55)	9 (40.91)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 9	2 (9.09)	8 (36.36)	7 (31.82)	5 (22.73)	0 (0.00)	9 (40.91)	12 (54.55)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 10	8 (36.36)	2 (9.09)	7 (31.82)	5 (22.73)	0 (0.00)	11 (50.00)	11 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 11	4 (18.18)	8 (36.36)	6 (27.27)	4 (18.18)	0 (0.00)	12 (54.55)	10 (45.45)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 12	2 (9.09)	9 (40.91)	7 (31.82)	4 (18.18)	0 (0.00)	10 (45.45)	12 (54.55)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 13	1 (4.55)	2 (9.09)	12 (54.55)	7 (31.82)	0 (0.00)	14 (63.64)	8 (36.36)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 14	2 (9.09)	18 (81.82)	1 (4.55)	1 (4.55)	0 (0.00)	15 (68.18)	7 (31.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 15	5 (22.73)	11 (50.00)	6 (27.27)	0 (0.00)	0 (0.00)	12 (54.55)	7 (31.82)	3 (13.64)	0 (0.00)	0 (0.00)

**ตาราง 8** ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS ก่อนและหลังเรียน (ต่อ)

มโนคติ	การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS									
	ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ก่อนเรียน (n=22)					ความถี่ร้อยละของมโนคติเรื่อง พันธะเคมี หลังเรียน (n=22)				
	CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
ข้อ 16	2 (9.09)	8 (36.36)	11 (50.00)	1 (4.55)	0 (0.00)	13 (59.09)	9 (40.91)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 17	2 (9.09)	12 (54.55)	2 (9.09)	6 (27.27)	0 (0.00)	13 (59.09)	9 (40.91)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 18	4 (18.18)	10 (45.45)	5 (22.73)	3 (13.64)	0 (0.00)	13 (59.09)	9 (40.91)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 19	3 (13.64)	10 (45.45)	4 (18.18)	5 (22.73)	0 (0.00)	12 (54.55)	10 (45.45)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 20	2 (9.09)	10 (45.45)	6 (27.27)	4 (18.18)	0 (0.00)	11 (50.00)	10 (45.45)	1 (4.55)	0 (0.00)	0 (0.00)
โดยรวม	2 (9.09)	6 (27.27)	7 (31.82)	7 (31.82)	0 (0.00)	11 (50.00)	9 (40.91)	2 (9.09)	0 (0.00)	0 (0.00)

ใฝ่เรียนรู้สนุกสนาน และกระตือรือร้นในการเรียนวิชาเคมีเพราะได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจ มีความกล้าแสดงออก มีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และได้ทำกิจกรรมร่วมกันมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้ดี รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ถึงเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ซึ่งสอดคล้องกับ Hemaprasit (1997) ที่รายงานว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีจุดมุ่งหมายพื้นฐานเพื่อปรับปรุงผลการปฏิบัติงาน หรือแก้ปัญหาเฉพาะจุด เฉพาะที่ และเฉพาะเรื่องมากกว่าเพื่อสร้างหรือผลิตความรู้ การผลิตความรู้หรือการแสวงหาประโยชน์ของความรู้เป็นเพียงเป้าหมายรองหรือเป็นผลพวงของการวิจัยเชิงปฏิบัติ

การนั้น หมายความว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการมุ่งเน้นการนำเอาความรู้เชิงทฤษฎีมาผสมผสานหรือนำมาบูรณาการกับความรู้จากการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือแสวงหาคำตอบที่ชัดเจน นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ทันทั่วทั้งที่ และงานวิจัยของ Sintawawiboon (2006) ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E และเทคนิคผังกราฟิก มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 75.10 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดร้อยละ 87.50

#### มโนคติเรื่อง พันธะเคมี

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 49.77 ของคะแนนเต็ม 60 คะแนน (ร้อยละ



82.95) และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน (ร้อยละ 95.45) และจากการวัดมโนคติก่อนเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 27.45 (ร้อยละ 45.76) และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน (ร้อยละ 4.55) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนมโนคติก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ MCIS โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยการปฏิบัติกิจกรรม ข้อสงสัย การตั้งคำถาม การคิดวางแผนการทำงานและการแสวงหาคำตอบ จนถึงการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) (Khammanee, 2012) ด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การสะท้อนความคิด การลงมือปฏิบัติร่วมกัน และเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน นอกเหนือจากการที่นักเรียนได้ฝึกใช้กระบวนการในการแสวงหา และสรุปองค์ความรู้ด้วยการลงมติดในระดับชั้นเรียน การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่จากเดิมเป็นนามธรรมให้เกิดเป็นรูปธรรมในรูปแบบที่หลากหลาย อาทิ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต แบบจำลองที่เป็นภาพวาด แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนคติ หรือแบบจำลองที่เป็นสมการเคมี

2. นักเรียนเรียนรู้การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย สืบค้นข้อมูลเชิงประจักษ์จากสื่อแอนิเมชันและสื่อที่เป็นสถานการณ์จำลอง ทำให้ได้รับและเรียนรู้มโนคติที่หลากหลายในเรื่องที่เรียน จากนั้นนำมโนคติเหล่านั้นมาวิเคราะห์อภิปราย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนโดยอิง

หลักการทฤษฎีในเรื่องที่เรียน แล้วนำมาสร้างเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ ลักษณะ และสมบัติบางประการของสารประกอบได้เป็นอย่างดี

3. กระบวนการที่หลากหลายในการแสวงหาความรู้และการทำกิจกรรมกลุ่มที่ต้องอาศัยความร่วมมือและช่วยเหลือกัน บรรยายภาคในการเรียนจึงไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในชั้นการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่เรียน นักเรียนสามารถอธิบายและตอบข้อปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี มีการผสมผสานองค์ความรู้ในวงจรปฏิบัติการที่เรียนผ่านมาแล้วเพื่ออธิบายเปรียบเทียบข้อแตกต่างในข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านมาจึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้อง

### เอกสารอ้างอิง

- Abraham, M. R., and Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. **Journal of Research in Science Teaching** 23(2): 121–143.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., and Zhan, L. (2011). Engaging elementary student in scientific modeling: The models fifth-grade approach and findings. In M. Khine and I. Saleh (Eds.), **Models and Modeling in Science Education** (pp. 195– 218), Netherlands: Springer.
- Chobchuen, K. (2001). **The Effects of Concept Development Teaching on Science Learning Achievement, Analytical Thinking**

- Ability and Synthesized Thinking Ability of Mathayomsuksa III Students at Darunothai School in Trang Province.** Unpublished Master's Thesis in Curriculum and Instruction. Bangkok: Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- Hemaprasit, S. (1997). **Potential Enhancing of Bangkok School Students in Science and Relation Dimension.** Bangkok: Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Hestenes, D. (2006). Notes for a modeling theory of science, cognition and instruction. **Proceedings GIREP Conference 2006: Modeling in Physics and Physics and Physics education.** Netherlands: Amstel Institute, Faculty of Science, Universities van Amsterdam.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST]. (2003). **The Learning of Science Quadrant Basic Education Core Curriculum.** Bangkok: Author. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST]. (2012). **The Results from the PISA 2012 Mathematics, Reading and Science: Executive Summary.** Bangkok: Advance Printing Service. (in Thai)
- Jantawanich, S. (1999). **Qualitative Data Analysis.** 2nd ed. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Johnson-Laird, P. N. (1983). **Mental Models.** Cambridge: Harvard University.
- Khammanee, T. (2012). **Science Teaching: Knowledge in order to provide an effective learning process.** 15th ed. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Najang, K. (2011). **The Effects of MCIS Learning Management to Model Construction Abilities and Motion Concepts of Upper Secondary Students.** Unpublished Master's Thesis in Science Education. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission [OBEC], Ministry of Education. (2008). **Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008).** Bangkok: Author. (in Thai)
- Panhome, P. (2008). **The Effects of Inquiry Learning Method supplemented with V-Diagram to Learning Achievement and Scientific Process Skills of Prathomsuksa 6 Students.** Unpublished Master's Thesis in Curriculum and Instruction. Udon Thani: Udon Thani Rajabhat University. (in Thai)
- Pathumkaiya, B. (2001). **The Study of Alternative Approach in Biology Concepts: Animal and Plant Classifications of Prathomsuksa 5 Students at Anuban Nakhonphanom and Anuban Sakon Nakhon Schools.** Unpublished Master's Thesis in Science Education. Mahasarakham: Ma-

hasarakham University. (in Thai)

Schwarz, C. V. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching** 46(6): 632–654.

Sintawawiboon, K. (2006). **The Development of Chemistry Learning Activities Based on 7E's Inquiry Process and Graphic Diagram Technique for Prathomsuksa 5 Students**. Unpublished Master's Thesis in Curriculum and Instruction. Udon Thani:

Udon Thani Rajabhat University. (in Thai)

Wang, C. Y. (2007). **The Role of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models in General Chemistry Student's Understanding about Molecular Polarity**. Ph.D. Dissertation, Graduate School, University of Missouri–Columbia.

Westbrook, S. L., and Marrek, E. D. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. **Journal of Research in Science Teaching** 28(8): 649–660.